

информационно-технологических инструментов поддержки образовательной деятельности вуза, будет способствовать повышению качества образовательного процесса при условии взаимодействия всех структурных подразделений, субъектов образовательного процесса, участвующих в нем.

Таким образом, национальная система образования отвечает современным требованиям, включая разработку электронных учебных пособий, дистанционное обучение, онлайн-курсы, электронную пропускную систему, технологии виртуальной и дополнительной реальности, мобильное обучение, искусственный интеллект, гибкие требования к программе обучения, цифровизацию профессионального образования.

Список литературы:

- 1 <https://edu.gov.by/news>. (Дата обращения: 16.10.2022)
- 2 <https://hypermethood.ru/ru/info/cifrovaya-obrazovatel'naya-sreda>. (Дата обращения: 19.10.2022)

УДК 621.865.8

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ FANUC ROBOGUIDE ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

И.Э. Илюшин

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь

Внедрение роботов-манипуляторов (РМ) на современном производстве является актуальной задачей, поскольку их применение приводит к повышению производительности, повышению качества продукции, а также снижению влияния вредных факторов производства на здоровье персонала [1–3]. Однако высокая сложность технологических операций существенно ограничивает применение РМ на производстве. Стоит так же отметить, что чаще всего для планирования траекторий движения роботов-манипуляторов на данный момент используется так называемый метод обучения [4]: при таком подходе процесс записи траектории движения робота в память контроллера становится довольно длительным. При этом на качество процесса записи траектории большое влияние оказывает квалификация оператора, а это приводит к росту вероятности ошибки, которая может быть выявлена только при наладке. Исправление ошибок и повторное перепрограммирование роботизированного комплекса занимает значительный промежуток времени, что значительно снижает время, затрачиваемое на освоение новых изделий. Поэтому целесообразно осуществлять компьютерное моделирование роботизированных технологических комплексов (РТК), а именно моделирование траекторий движения РМ, что должно привести к уменьшению времени на программирование роботов-манипуляторов, а также повысить надежность их работы.

Эффективно осуществлять такие задачи позволяет система компьютерного моделирования роботизированных технологических комплексов FANUC ROBOGUIDE. Данная система может выполнять как симуляцию движений робота, так и симуляцию команд для конкретной сферы применения и обеспечивать значительную экономию времени при создании новых настроек движения. Чтобы гарантировать минимальное влияние на производство, модули можно разрабатывать, тестировать и изменять полностью автономно. Чтобы сократить время на трехмерное моделирование, модели деталей можно импортировать из компьютера в виде данных системы автоматизированного проектирования. Большая библиотека программного обеспечения для симуляции позволяет пользователям выбирать и изменять детали и размеры. Важным преимуществом при использовании системы компьютерного моделирования FANUC ROBOGUIDE является то, что она интуитивно

понятна и проста в использовании, поэтому для работы с ней требуется минимальное обучение. Кроме того, система доступна со специализированными инструментальными средствами для конкретных сфер применения (сварочные клещи или горелка, схват, режущий инструмент и т. д.), что позволяет при моделировании траекторий учесть ограничения, обусловленные особенностями соответствующих технологических операций (например, ориентацию сварочной горелки в процессе дуговой сварки).

Для получения навыков моделирования траекторий РМ предлагается использовать РТК для дуговой сварки (рисунок 1) – он построен на базе манипулятора FANUC M-710iC/50 (6 степеней подвижности), который снабжен сварочной горелкой. Кроме того, в состав РТК входит двухосный позиционер, а также устройства для очистки и смены технологического инструмента. Оборудование данного роботизированного комплекса состоит из совокупности устройств, которые могут работать как по отдельности, так и синхронно друг с другом. Управление осуществляется при помощи блока электроаппаратов, который выполнен в виде шкафа. Внутри шкафа расположена панель, на которой крепятся источник питания, автоматический выключатель (для защиты от сетевых перегрузок и коротких замыканий), реле (предназначены для согласования с внешними устройствами комплекса) и клеммники. Последние применяются для подключения устройств РТК: сварочного оборудования, позиционера, датчиков и исполнительных механизмов. Непосредственное управление производится контроллером FANUC R-30iB, в котором находится программное обеспечение. Контроллер робота состоит из блока питания, блока интерфейса пользователя, блока управления перемещением, блока памяти и блока ввода-вывода. Для работы с контроллером используется пульт обучения и панель оператора. Пульт обучения представляет собой устройство для взаимодействия оператора с прикладным программным обеспечением инструмента.

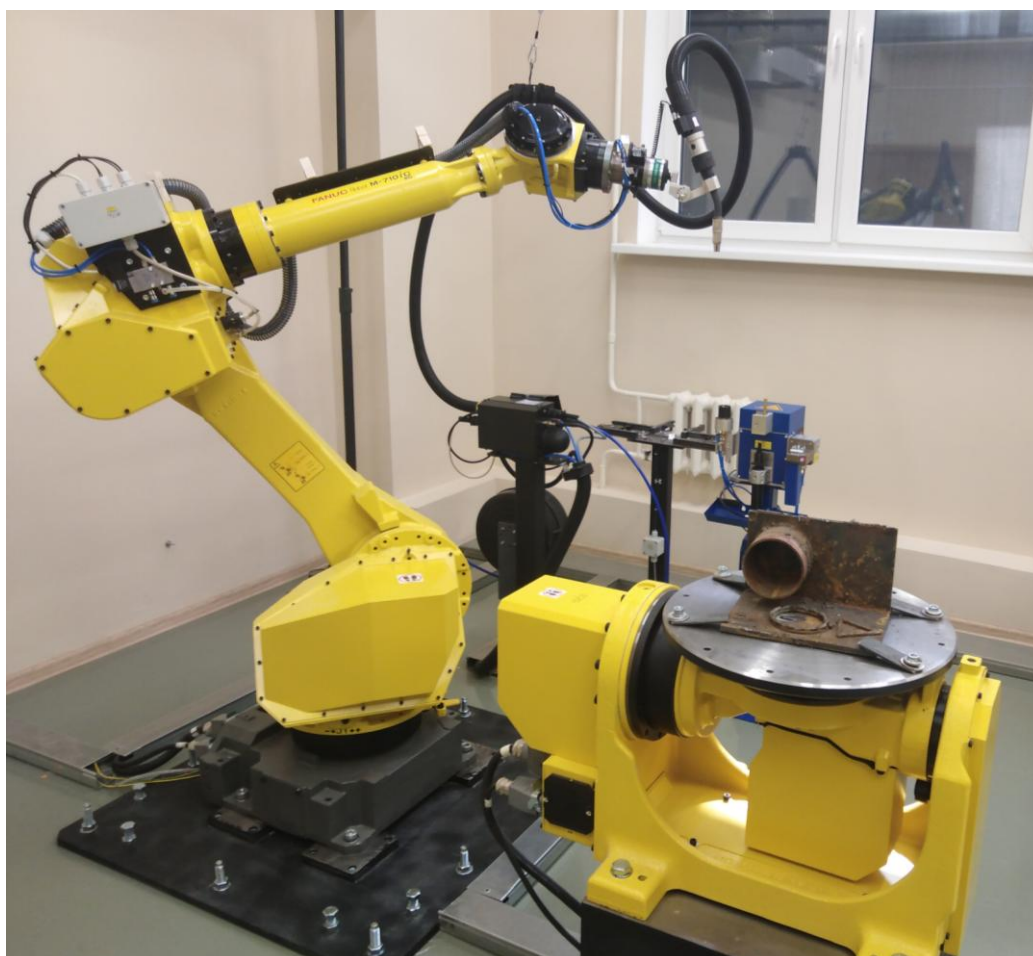


Рисунок 1 – РТК дуговой сварки на базе робота FANUC M-710iC/50

Значения конструктивных ограничений для данного робота-манипулятора $q_{\min} = [-180 -112,5 -220 -360 -125 -360]^T$ и $q_{\max} = [180 112,5 220 360 125 360]^T$. Опыт заключается в движении сварочной горелки вдоль линии шва сложной формы. Программная реализация моделирования траектории в системе FANUC ROBOGUIDE (рисунок 2) должна учитывать указанные конструктивные ограничения, а также ограничения на ориентацию сварочной горелки. После автоматического формирования траектории движения робота-манипулятора относительно линий сварных швов сложной формы она записывается в память контроллера реального робота-манипулятора FANUC M-710iC/50, после чего осуществляется тестирование движения реального робота-манипулятора в режиме медленного движения вдоль сварных швов сложной формы (рисунок 3).

Таким образом, применение системы компьютерного моделирования FANUC ROBOGUIDE способствует приобретению навыков по планированию траекторий движения роботов-манипуляторов, а также по работе с реальными РТК.

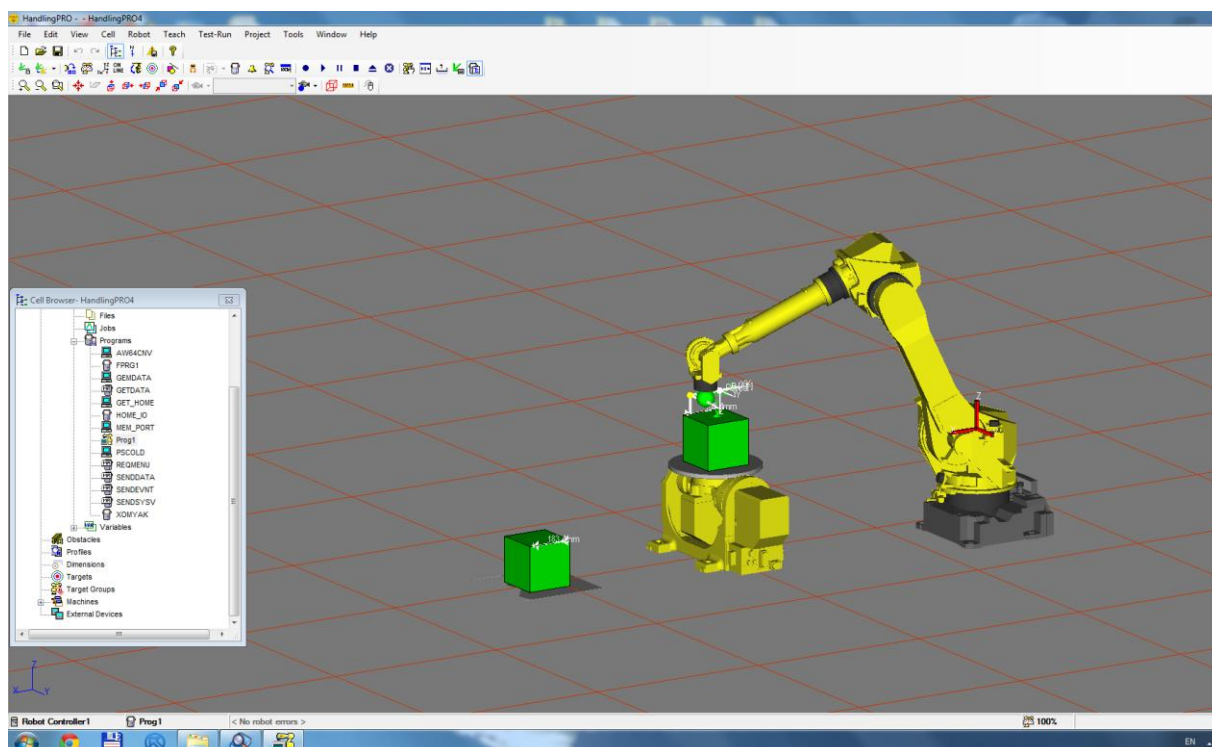


Рисунок 2 – Моделирование траектории в системе FANUC ROBOGUIDE

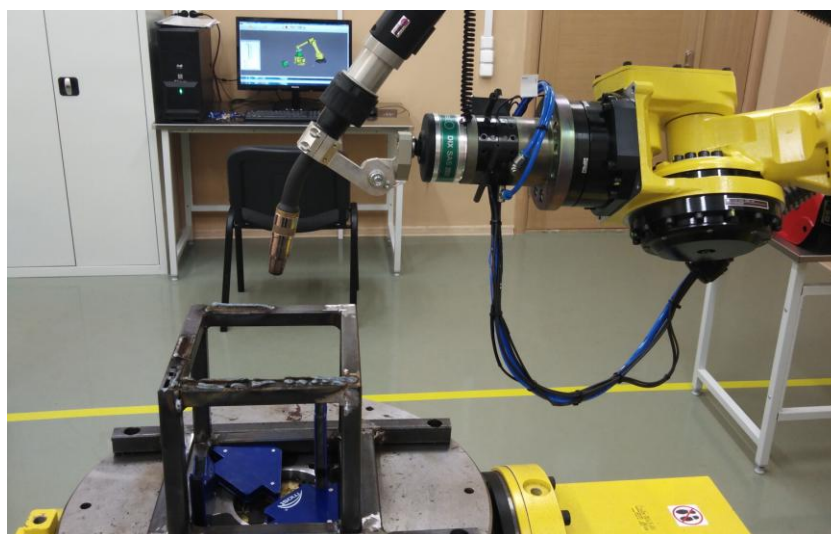


Рисунок 3 – Тестирование движения реального робота-манипулятора FANUC M-710iC/50

Список литературы

1 Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и технологические линии в сварке: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 240 с.

2 Сварочные технологии в экстремальных условиях. Ч. 1. Анализ многофакторного потенциального риска / Б. Е. Патон [и др.] // Автомат. сварка. – 2002. – № 11. – С. 3-7.

3 Вернадский, В. Н. Промышленные роботы в современном производстве / В. Н. Вернадский // Автомат. сварка. – 2001. – № 11. – С. 37–42.

4 Цыбульский, Г. А. Автоматизация процедур обучения роботов семейства «PUMA» / Г. А. Цыбульский // Автомат. сварка. – 2007. – № 6. – С. 49-50.

УДК 378.147:81'243:004:37.018.43

WHAT IS HYBRID LEARNING AND WHAT ARE ITS FEATURES

Л.В. Кажкина

Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь

From full distance during lockdowns, many schools and universities around the world have moved to models that combine remote and face-to-face approaches. One such format is hybrid learning. This is when the lesson takes place in a specially equipped room in which some of the students are located, while others are connected to the video broadcast and interact with the teacher and classmates or classmates remotely. Hybrid learning should be understood as a synchronous learning process, when during a full-time classroom lesson, students are divided into two types - students who attend the class in person, and students who join the classroom lesson virtually using videoconferencing technology. It is real-time synchronization that differentiates hybrid learning from mixed learning, which can include both synchronous and asynchronous activities. For example, in blended learning, students first watch educational videos - independently of the others, at a convenient time outside the classroom, and then, together with the teacher, analyze complex issues in a face-to-face lesson.

At the same time, hybrid and mixed approaches can be combined. So, for example, the HyFlex model is arranged - a flexible version of the "hybrid" that combines online and offline classes, asynchronous and synchronous activities. It is already used in foreign and Russian universities. It may seem that a hybrid approach is a forced measure that makes sense only in a difficult epidemiological situation, when some students cannot attend face-to-face classes due to illness or quarantine. However, there are significant advantages of hybrid learning over full-time or asynchronous distance learning. A group of researchers from Belgium and the Netherlands, in their work A systematic literature review on synchronous hybrid learning: gaps identified, divides them into organizational and pedagogical. A few words about organizational advantages.

Independence from the physical location of students is perhaps the most significant argument in favor of hybrid learning, even if we do not take into account the realities of the pandemic, when part of the group studies in the usual format, and part is in quarantine and can only join online. If a university offers a hybrid format of education, students from any regions or even countries of the world can study in it, and for this they do not have to move to a hostel. The hybrid model will help in a situation where an educational institution launches highly specialized courses and when the university as a whole lacks applicants. If there are not enough people willing to study in a particular location, then with the addition of the "participate online" option, the audience will definitely increase.

A hybrid approach is also useful in the corporate field if you need to train a distributed team whose offices are located in different cities, or some of the employees work from the office, and